

17 NOV. 2003



MAILED 06 JAN 2004

WIPO PCT

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 12 NOV. 2003

#### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

## BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous Informer : INPI DIRECT

INPI Direct 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*03

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/3

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES

DATE

31 JUIL 2003

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0309467

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE  
PAR L'INPI

31 JUIL. 2003

Vos références pour ce dossier

BFF 03P0119

(facultatif)

☒ NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET LAVOIX  
2, Place d'Estienne d'Orves  
75441 PARIS CEDEX 09

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

☒ NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☐

Demande de certificat d'utilité

☐

2<sup>e</sup> Demande divisionnaire

☒

*Demande de brevet initiale*

N° 02 13326

Date 24 10 2002

*ou demande de certificat d'utilité initiale*

N°

Date

Transformation d'une demande de  
brevet européen *Demande de brevet initiale*

☐

N°

Date

☒ TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Antenne à matériau BIP multi-bandes de fréquences.

☒ DÉCLARATION DE PRIORITÉ

OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE

LA DATE DE DÉPÔT D'UNE

DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

☒ DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale ☐ Personne physique

Nom  
ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile

ou  
siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.)

3, rue Michel Ange

75016 PARIS

FRANCE

Française

N° de télécopie (facultatif)

☒ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

Page suite N° 2 / 3.



**BR/SUITE**

**Réserve à l'INPI**

REMISE DES PIÈCES  
DATE **31 JUIL 2003**  
LIEU **75 INPI PARIS**  
N° D'ENREGISTREMENT **0309467**  
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 VI / 010702

<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i>		BFF 03P0119
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N°
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input checked="" type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>
Nom ou dénomination sociale		CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		775665912
Code APE-NAF		
Domicile ou siège	Rue	2 Place Maurice Quentin
	Code postal et ville	75001 PARIS
	Pays	FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
<b>6 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>
Nom ou dénomination sociale		
Prénoms		
Forme juridique		
N° SIREN		
Code APE-NAF		
Domicile ou siège	Rue	
	Code postal et ville	
	Pays	
Nationalité		
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
<b>7 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>		B. DOMENEGO n° 00-0500 
		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
page 3/3

**BR2**

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

31 JUIL 2003

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0309467

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 030103

<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		CABINET LAVOIX
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	2 Place d'Estienne d'Orves
	Code postal et ville	75441 PARIS CEDEX 09
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)		01 53 20 14 20
N° de télécopie (facultatif)		01 48 74 54 56
Adresse électronique (facultatif)		brevets@cabinet-lavoix.com
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>
B. DOMENEGO n° 00-0500 <i>B. Domenego</i>		<i>Ch. Chah</i>

L'invention concerne une antenne multi-bandes de fréquences comportant :

- un matériau BIP (Bande d'Interdiction Photonique) apte à filtrer spatialement et fréquentiellement des ondes électromagnétiques, ce matériau BIP présentant au moins une bande non passante et formant une surface extérieure rayonnante en émission et/ou en réception,
- au moins un défaut de périodicité du matériau BIP de manière à créer au moins une bande passante étroite au sein de ladite au moins une bande non passante de ce matériau BIP, et
- un dispositif d'excitation apte à émettre et/ou recevoir des ondes électromagnétiques à l'intérieur de ladite au moins une bande passante étroite créée par ledit au moins un défaut.

Les antennes à matériau BIP présentent l'avantage d'avoir un encombrement réduit par rapport à d'autres types d'antennes, telles que les antennes à réflecteur, à lentille ou à cornet.

De telles antennes à matériau BIP sont décrites en particulier dans la demande de brevet FR 99 14521, publiée sous le n° 2 801 428 au nom du C.N.R.S. (Centre National de la Recherche Scientifique). Ce brevet décrit précisément un mode de réalisation d'un matériau BIP présentant un seul défaut formant une cavité résonante à fuites. De plus, et bien qu'aucun mode de réalisation de cette variante ne soit décrit explicitement, ce brevet envisage également la possibilité de créer des antennes multi-bandes à partir de matériaux BIP. En effet, ce brevet enseigne qu'un défaut créé dans le matériau BIP permet d'engendrer une bande passante étroite au sein d'une bande non passante plus large de ce matériau BIP. Par conséquent, pour créer des antennes multi-bandes, plusieurs défauts doivent être créés dans le matériau BIP de manière à créer plusieurs bandes passantes étroites au sein de la même bande non passante du matériau BIP. C'est ce qui est indiqué à la page 10, lignes 23 à 25 de cette demande de brevet FR 99 14521.

Il est rappelé ici qu'une antenne multi-bandes désigne une antenne apte à travailler à plusieurs fréquences de travail différentes et distinctes les unes des autres. De plus, l'antenne multi-bandes présente, pour chacune des

fréquences de travail, un même diagramme de rayonnement et la même polarisation de rayonnement.

La construction d'antennes multi-bandes selon l'enseignement de la demande de brevet FR 99 14521 s'est avérée compliquée, notamment à cause  
5 des difficultés de conception d'un matériau BIP multi-défauts.

L'invention vise à remédier à cet inconvénient en proposant une antenne multi-bandes de fréquences à matériau BIP plus simple à construire.

L'invention a donc également pour objet une antenne multi-bandes de fréquences telle que décrite ci-dessus, caractérisée en ce que :

- 10 - le dispositif d'excitation est apte à travailler simultanément au moins autour d'une première et d'une seconde fréquences de travail distinctes,
- la première et la seconde fréquences de travail sont situées à l'intérieur respectivement d'une première et d'une seconde bandes passantes étroites, distinctes l'une de l'autre, et la première et la seconde bandes  
15 passantes étroites sont créées par le même défaut de périodicité du matériau BIP.

En effet, il a été découvert qu'un même et unique défaut du matériau BIP crée plusieurs bandes passantes étroites centrées respectivement autour de plusieurs fréquences différentes les unes des autres. Ainsi, pour construire  
20 une antenne multi-bandes de fréquences, il n'est pas nécessaire de construire une antenne à matériau BIP multi-défauts, ce qui simplifie la construction de telles antennes.

Suivant d'autres caractéristiques d'une antenne multi-bandes de fréquences conforme à l'invention :

- 25 - le défaut de périodicité du matériau BIP créant la première et la seconde bandes passantes étroites forme une cavité résonante à fuites présentant une hauteur constante dans une direction orthogonale à ladite surface extérieure rayonnante, et cette hauteur est adaptée pour placer la première et de la seconde bandes passantes étroites au sein de ladite au moins  
30 une bande non passante du matériau BIP,
- la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein d'une même bande non passante du matériau BIP,

- le matériau BIP présente une première et une seconde bandes non passantes disjointes et espacées l'une de l'autre, et la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein respectivement de la première et de la seconde bandes non passantes du matériau BIP,

- ladite première bande passante étroite est sensiblement centrée sur une fréquence fondamentale, tandis que ladite seconde bande passante étroite est sensiblement centrée sur un multiple entier de cette fréquence fondamentale,

- la cavité présente une famille de fréquences de résonance formée par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance de la cavité et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance de la famille, et la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à une fréquence de la même famille,

- la cavité présente au moins deux familles de fréquences de résonance formées chacune par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance d'une même famille et différents de ceux des autres familles de fréquences de résonance, et la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à des fréquences appartenant à des familles différentes,

- le dispositif d'excitation est propre à émettre des ondes électromagnétiques à la première fréquence de travail ayant une polarisation différente des ondes électromagnétiques émises à la seconde fréquence de travail.

- le dispositif d'excitation comporte au moins un même élément d'excitation apte à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques simultanément à la première et à la seconde fréquences de travail,

- le dispositif d'excitation comporte un premier et un second éléments d'excitation aptes chacun à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques, et en ce que le premier élément d'excitation est apte à

travailler à la première fréquence de travail, tandis que le second élément d'excitation est apte à travailler à la seconde fréquence de travail,

- chacun des éléments d'excitation est propre à générer, sur ladite surface extérieure, respectivement une première et une seconde taches rayonnantes disjointes l'une de l'autre, chacune de ces taches rayonnantes représentant l'origine d'un faisceau d'ondes électromagnétiques rayonné en émission et/ou en réception par l'antenne,

- la cavité résonante à fuites est de forme parallélépipédique.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins, sur lesquels :

- la figure 1 est une illustration d'une antenne multi-bandes de fréquences conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un graphique représentant le coefficient de transmission de l'antenne de la figure 1 ;
- les figures 3A et 3B sont des illustrations des diagrammes de rayonnement de l'antenne de la figure 1 ;
- la figure 4 est une illustration d'un second mode de réalisation d'une antenne multi-bandes de fréquences conforme à l'invention ; et
- la figure 5 est un graphique représentant le coefficient de transmission de l'antenne de la figure 4.

La figure 1 représente une antenne multi-bandes de fréquences 140 comportant un matériau 142 à bande d'interdiction photonique ou matériau BIP et un plan métallique 144 réflecteur d'ondes électromagnétiques.

Il est rappelé qu'un matériau BIP est un matériau qui possède la propriété d'absorber certaines gammes de fréquences, de sorte qu'il présente une ou plusieurs bandes non passantes, dans lesquelles toute transmission d'ondes électromagnétiques est interdite.

Le matériau BIP est généralement constitué d'un arrangement périodique de diélectrique de permittivité et/ou de perméabilité variable.

L'introduction d'une rupture dans cette périodicité géométrique et/ou radioélectrique, rupture encore appelée défaut, permet d'engendrer un défaut d'absorption et donc de créer une bande passante étroite au sein d'une bande



non passante du matériau BIP. Le matériau BIP est, dans ces conditions, désigné par matériau BIP à défaut.

Pour une description détaillée d'une telle antenne présentant un seul défaut, le lecteur pourra utilement se reporter à la demande de brevet français  
5 FR 99 14521 (2 801 428), et plus particulièrement au mode de réalisation décrit en regard de la figure 6.

L'agencement général de l'antenne 140 étant déjà décrit en détail dans la demande de brevet référencée ci-dessus, seules les caractéristiques spécifiques à cette antenne 140 seront décrites ici en détail.

10 Le matériau BIP 142 est ici choisi pour présenter une bande non passante B la plus large possible. Cette bande non passante B est illustrée sur le graphique de la figure 2 représentant l'évolution du coefficient de transmission en décibels du matériau BIP à défaut 142 en fonction de la fréquence des ondes électromagnétiques. Ce coefficient de transmission  
15 représente le rapport entre la quantité d'énergie électromagnétique émise sur la quantité d'énergie électromagnétique reçue. La bande non passante B du matériau BIP s'étend ici de 5 GHz à 17 GHz.

Le matériau BIP 142 comporte un empilement de lames plates diélectriques, le long d'une direction perpendiculaire au plan réflecteur 144. Cet  
20 empilement se compose ici, par exemple, de deux lames 150, 152 réalisées dans un premier matériau diélectrique tel que, par exemple, de l'alumine, et de deux lames 154 et 156 réalisées dans un matériau diélectrique différent tel que, par exemple, de l'air. La lame 154 est interposée entre les lames 150 et 152, tandis que la lame 156 est interposée entre la lame 152 et le plan  
25 réflecteur 144. La lame 150 est placée à l'extrémité de l'empilement à l'opposé du plan réflecteur 144 et présente une surface intérieure en contact avec la lame 154 et une surface extérieure 158 à l'opposé de la surface intérieure. La surface extérieure 158 forme une surface rayonnante de l'antenne en émission et/ou en réception.

30 Les lames 150 à 156 sont parallèles au plan réflecteur 144.

La hauteur de la lame 156 est supérieure à la hauteur de la lame 154 et forme donc une unique rupture de la périodicité géométrique de l'empilement de matériaux diélectriques du matériau BIP. Le matériau BIP 142 présente

donc, dans cet exemple de réalisation, un seul et unique défaut. La lame 156 forme ici une cavité résonante parallélépipédique à fuites de hauteur constante  $H$  dans une direction perpendiculaire au plan réflecteur 144.

La cavité 156 crée une bande passante étroite  $BP_1$  (figure 2) centrée  
 5 autour d'une fréquence fondamentale  $f_0$ . La hauteur  $H$  détermine la fréquence  $f_0$  et donc la position de la bande passante étroite  $BP_1$  au sein de la bande non passante  $B$ . Ici,  $f_0$  est sensiblement égal à 7 GHz.

Il a été constaté que ce même défaut ou cavité 156 génère également d'autres bandes passantes étroites sensiblement centrées sur des  
 10 multiples entiers de la fréquence  $f_0$ . Jusqu'à présent, ces autres bandes passantes étroites n'avaient pas été observées, car elles se situaient en dehors de la bande non passante  $B$ . En effet, dans les antennes de ce type connues, la bande non passante n'est pas suffisamment large et la fréquence  $f_0$  est placée sensiblement au milieu de la bande non passante.

Dans ce mode de réalisation, la hauteur  $H$  est donc choisie pour que  
 15 la bande passante  $BP_1$  soit suffisamment excentrée de manière à ce qu'une bande passante  $BP_2$  (figure 2), centrée sur une fréquence  $f_1$  sensiblement égale à deux fois  $f_0$ , soit également placée à l'intérieur de la même bande non passante  $B$ . Ici,  $f_1$  est sensiblement égal à 14 GHz.

De façon connue, une telle cavité résonante parallélépipédique  
 20 présente plusieurs familles de fréquences de résonance. Chaque famille de fréquences de résonance est formée par une fréquence fondamentale et ses harmoniques ou multiples entiers de la fréquence fondamentale. Chaque fréquence de résonance d'une même famille excite le même mode de  
 25 résonance de la cavité. Ces modes de résonance sont connus sous les termes de modes  $TM_0$ ,  $TM_1$ , ...,  $TM_i$ . Ces modes de résonance sont décrits plus en détail dans le document de F. Cardiol, "Electromagnétisme, traité d'Electricité, d'Electronique et d'Electrotechnique", Ed. Dunod, 1987. Chaque mode de résonance  $TM_i$  est susceptible d'être excité ou activé par une onde  
 30 électromagnétique voisine d'une fréquence fondamentale  $f_{mi}$ . Ces fréquences  $f_{mi}$  ou leurs harmoniques sont présents dans chacune des bandes passantes étroites  $BP_1$  et  $BP_2$ .

Chaque mode de résonance correspond à un diagramme rayonnant ou forme de rayonnement de l'antenne 140 particulier.

A titre d'exemple, les figures 3A et 3B représentent chacune un diagramme de rayonnement ou forme de rayonnement correspondant  
5 respectivement aux modes de résonance  $TM_0$  et  $TM_1$ .

Ici, les caractéristiques des lames dans la direction perpendiculaire au plan réflecteur, c'est-à-dire, notamment, leur hauteur ou épaisseur respective, est déterminée conformément à l'enseignement de la demande de brevet FR 99 14521. Plus précisément, ces caractéristiques sont déterminées  
10 pour que le mode de résonance  $TM_0$  corresponde à un rayonnement directif selon une direction privilégiée d'émission et/ou de réception perpendiculaire à la surface extérieure 158. Ici, ce rayonnement directif est représenté dans la figure 3A par un lobe principal allongé le long de la direction perpendiculaire à la surface 158. Il a été constaté que la forme du rayonnement représenté à la  
15 figure 3A ne dépend pas des dimensions latérales de la cavité 156, c'est-à-dire des dimensions de cette cavité dans un plan parallèle au plan réflecteur si ces dimensions latérales sont supérieures à  $\phi$ ,  $\phi$  étant donné par la formule suivante :

$$G_{dB} \geq 20 \log \frac{\pi \Phi}{\lambda} - 2,5. \quad (1)$$

20 où :

- $G_{dB}$  est le gain en décibels souhaité pour l'antenne,
- $\Phi = 2 R$ ,
- $\lambda$  est la longueur d'onde correspondant à la fréquence médiane  $f_0$

A titre d'exemple, pour un gain de 20 dB, le rayon R est  
25 sensiblement égal à  $2.15 \lambda$ .

Par contre, la forme du rayonnement correspondant à des modes de résonance supérieurs au mode de résonance  $TM_0$  varie en fonction des dimensions latérales de la cavité 156. Ici, ces dimensions latérales sont déterminées de manière à ce que le mode de résonance  $TM_1$  corresponde à un  
30 diagramme de rayonnement sensiblement omnidirectionnel dans un demi-espace à trois dimensions délimité par le plan passant par le plan réflecteur 144.

Les dimensions de l'antenne 140 permettant d'obtenir les formes de rayonnement voulues sont déterminées, par exemple, par expérimentation.

Avantageusement, ces expérimentations consistent, à l'aide d'un logiciel de simulation de l'antenne 140, à déterminer les formes de rayonnement correspondant à des dimensions données, puis à faire varier ces dimensions jusqu'à obtenir les diagrammes de rayonnement voulus.

Finalement, l'antenne 140 comporte, ici, deux éléments d'excitation 160 et 162 disposés l'un à côté de l'autre sur la surface du plan 144 à l'intérieur de la cavité 156. Ces éléments d'excitation 160 et 162 sont propres à émettre et/ou recevoir une onde électromagnétique respectivement aux fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$ . La fréquence  $f_{T1}$  est voisine de la fréquence  $f_{m0}$  ou de l'un de ses harmoniques. Elle est située à l'intérieur de la bande passante étroite  $BP_1$  de manière à exciter le mode de résonance  $TM_0$  de la cavité 156. La fréquence  $f_{T2}$  est voisine de la fréquence  $f_{m1}$  ou de l'un de ses harmoniques. Elle est placée à l'intérieur de la bande passante  $BP_2$  de manière à exciter le mode de résonance  $TM_1$ .

Ces éléments d'excitation sont connus en tant que tels. Ce sont, par exemple, des antennes plaques ou patch, des dipôles ou des antennes à fente propres à transformer des signaux électriques en des ondes électromagnétiques. A cet effet, les éléments d'excitation 160 et 162 sont raccordés à un générateur/récepteur 164 de signaux électriques conventionnels.

Le fonctionnement de l'antenne multi-bandes de fréquences décrit en regard de la figure 1 va maintenant être décrit.

En émission, le générateur/récepteur 164 transmet des signaux électriques à l'un ou simultanément aux deux éléments d'excitation 160 et 162. Ces signaux électriques sont convertis par l'élément 160 en une onde électromagnétique de fréquence  $f_{T1}$  et par l'élément 162 en une onde électromagnétique de fréquence  $f_{T2}$ . Ces ondes électromagnétiques aux fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$  n'interfèrent pas l'une avec l'autre, puisque les fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$  sont très différentes. En effet, ici, les fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$  sont situées chacune dans une bande passante étroite, espacées l'une de l'autre par une gamme de fréquences absorbées de largeur de l'ordre de 7 GHz. De plus, ces

fréquences de travail  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$  étant chacune située à l'intérieur d'une bande passante étroite à l'intérieur de la bande non passante B, elles ne sont pas absorbées par le matériau BIP 142.

L'onde électromagnétique de fréquence  $f_{T1}$  excite le mode de  
 5 résonance  $TM_0$  de la cavité 156, ce qui se traduit par un rayonnement de l'antenne 140 directif pour cette fréquence et par l'apparition d'une tache rayonnante en émission et/ou en réception formée sur la surface 158. La tache rayonnante est ici la zone de la surface extérieure contenant l'ensemble des points où la puissance rayonnée en émission et/ou en réception est supérieure  
 10 ou égale à la moitié de la puissance maximale rayonnée à partir de cette surface extérieure par l'antenne 4. Chaque tache rayonnante admet un centre géométrique correspondant au point où la puissance rayonnée est sensiblement égale à la puissance rayonnée maximale.

Dans le cas du mode de résonance  $TM_0$ , cette tache rayonnante  
 15 s'inscrit dans un cercle dont le diamètre  $\phi$  est donné par la formule (1).

L'onde électromagnétique de fréquence  $f_{T2}$  excite, quant à elle, le mode de résonance  $TM_1$ , ce qui se traduit par un rayonnement omnidirectionnel dans un demi-espace à cette fréquence  $f_{T2}$  et par l'apparition d'une seconde tache rayonnante en émission et/ou en réception formée sur la surface 158.

20 Chaque tache rayonnante correspond à l'embase ou section droite à l'origine d'un faisceau d'ondes électromagnétiques rayonné.

Pour une distance appropriée séparant les éléments 160, 162, les taches rayonnantes sont disjointes.

En réception seules les ondes électromagnétiques reçues par la  
 25 surface extérieure 158 et ayant une fréquence comprise soit dans la bande passante  $BP_1$ , soit dans la bande passante  $BP_2$ , se propagent jusqu'à la cavité 156.

Etant donné la directivité du diagramme de rayonnement de l'antenne 140 pour la fréquence  $f_{T1}$ , seules les ondes électromagnétiques à la  
 30 fréquence  $f_{T1}$  et sensiblement perpendiculaires à la surface extérieure 158, sont transmises jusqu'à l'élément d'excitation 160. Au contraire, étant donné que, pour la fréquence  $f_{T2}$ , l'antenne 140 est pratiquement omnidirectionnelle dans

un demi-espace, la direction de réception des ondes électromagnétiques à la fréquence  $f_{T2}$  sur la surface extérieure est pratiquement quelconque.

A l'intérieur de la cavité 156, l'élément d'excitation 160 transforme les ondes électromagnétiques à la fréquence  $f_{T1}$  en des signaux électriques  
5 transmis au générateur/récepteur 164. L'élément d'excitation 162 agit de façon identique pour les ondes électromagnétiques à la fréquence  $f_{T2}$ .

Ainsi, l'antenne 140 présente les caractéristiques d'une antenne multifonctions, c'est-à-dire d'être apte à travailler à deux fréquences différentes et d'avoir, pour chaque fréquence de travail, un diagramme de rayonnement  
10 particulier. Ici, l'antenne 140 est directive pour la fréquence de travail  $f_{T1}$  et omnidirectionnelle dans un demi-espace pour la fréquence  $f_{T2}$ .

La figure 4 représente un deuxième mode de réalisation d'une antenne multi-bandes de fréquences 170 comportant un matériau BIP 172 associé à un plan métallique 174 réflecteur d'ondes électromagnétiques.

15 Dans ce mode de réalisation, le matériau BIP est agencé de manière à présenter plusieurs bandes non passantes séparées les unes des autres par de larges bandes où les ondes électromagnétiques ne sont pas absorbées.

La figure 5 représente l'évolution du coefficient de transmission de cette antenne 140 et, en particulier, deux bandes non passantes  $B_1$  et  $B_2$  du  
20 même matériau BIP 172. La bande non passante  $B_1$  est centrée sur une fréquence  $f_0$  et la bande non passante  $B_2$  est centrée sur un multiple entier de  $f_0$ , ici  $2 f_0$ .

Des matériaux BIP présentant plusieurs bandes non passantes sont connus et l'agencement de ce matériau 172 pour créer ces bandes non  
25 passantes ne sera pas décrit ici.

Le matériau BIP 172 comporte, de façon similaire au matériau BIP 142, une rupture de périodicité de ses caractéristiques géométriques formant une cavité parallélépipédique résonante 180 ayant une hauteur constante  $G$ .

30 La hauteur  $G$  est ici déterminée de manière à créer une bande passante étroite  $E_1$  sensiblement au milieu de la bande non passante  $B_1$  et une bande passante  $E_2$  sensiblement placée au milieu de la bande non passante  $B_2$ . Ici, la bande passante  $E_1$  est centrée sur la fréquence fondamentale  $f_0$

sensiblement égale à 13 GHz. La bande passante étroite  $E_2$  est centrée sur une fréquence  $f_1$  égale à un multiple entier de la fréquence fondamentale  $f_0$ . Cette fréquence  $f_1$  est ici sensiblement égale à 26 GHz.

5           Finalement, par exemple, un seul élément d'excitation 190 est placé sur le plan réflecteur 174 à l'intérieur de la cavité 180. Cet élément d'excitation 190 est propre à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques à des fréquences de travail  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$ . Ces fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$  sont propres toutes les deux à exciter le même mode de résonance de la cavité 180, par exemple ici, le mode de résonance  $TM_0$ , de manière à  
10           présenter, pour chacune de ces fréquences, pratiquement le même diagramme de rayonnement. Toutefois, ces fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$  sont comprises respectivement dans les bandes passantes  $E_1$  et  $E_2$ .

          Dans ce mode de réalisation, l'élément d'excitation 190 est une antenne plaque ou patch rectangulaire, équipée de deux accès 192, 194  
15           raccordés à un générateur/récepteur 196 de signaux électriques. Les accès 192 et 194 sont propres à exciter deux polarisations, de préférence deux polarisations orthogonales entre elles, de l'élément d'excitation 190. Ici, les accès 192 et 194 sont destinés à recevoir et/ou émettre les signaux respectivement aux fréquences  $f_{T2}$  et  $f_{T1}$ .

20           Cette antenne 170, de façon similaire à l'antenne 140, exploite le fait qu'un même défaut crée plusieurs bandes passantes étroites centrées sur des fréquences multiples entiers d'une fréquence fondamentale. Toutefois, dans ce mode de réalisation, un seul élément d'excitation est utilisé pour travailler  
25           simultanément aux deux fréquences de travail  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$ . De plus, dans ce mode de réalisation, les ondes électromagnétiques émises aux fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$  sont polarisées de façon orthogonale l'une par rapport à l'autre pour limiter les interférences entre ces deux fréquences de travail.

          Le fonctionnement de cette antenne 170 découle de celui décrit pour l'antenne 140.

30           L'antenne 170 décrite ici est une antenne multi-bandes, c'est-à-dire apte à travailler à plusieurs fréquences différentes, mais présentant, pour chaque fréquence de travail, le même diagramme de rayonnement.

- En variante, les éléments d'excitation 160 et 162 de l'antenne 140 sont remplacés par un seul élément d'excitation apte à travailler simultanément aux fréquences  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$ . Cet unique élément d'excitation est, par exemple, identique à l'élément d'excitation 190. Réciproquement,
- 5 d'excitation 190 de l'antenne 170 est remplacé, en variante, par deux éléments d'excitation distincts et indépendants l'un de l'autre aptes respectivement à travailler à la fréquence  $f_{T1}$  et  $f_{T2}$ . Ces deux éléments d'excitation sont, par exemple, identiques aux éléments d'excitation 160 et 162.



## REVENDEICATIONS

1. Antenne multi-bandes de fréquences comportant :

- un matériau BIP (142 ; 172) (Bande d'Interdiction Photonique) apte à filtrer spatialement et fréquentiellement des ondes électromagnétiques, ce  
5 matériau BIP présentant au moins une bande non passante et formant une surface extérieure (38 ; 158) rayonnante en émission et/ou en réception,
- au moins un défaut (156 ; 180) de périodicité du matériau BIP de manière à créer au moins une bande passante étroite au sein de ladite au moins une bande non passante de ce matériau BIP, et  
10 - un dispositif d'excitation (160, 162 ; 190) apte à émettre et/ou recevoir des ondes électromagnétiques à l'intérieur de ladite au moins une bande passante étroite créée par ledit au moins un défaut, caractérisée
- en ce que le dispositif d'excitation est apte à travailler  
15 simultanément au moins autour d'une première et d'une seconde fréquences de travail distinctes,
- en ce que la première et la seconde fréquences de travail sont situées à l'intérieur respectivement d'une première et d'une seconde bandes passantes étroites, distinctes l'une de l'autre, et  
20 - en ce que la première et la seconde bandes passantes étroites sont créées par le même défaut (156, 180) de périodicité du matériau BIP (142, 172).

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce que le défaut de périodicité du matériau BIP (142, 172) créant la première et la seconde  
25 bandes passantes étroites forme une cavité résonante à fuites présentant une hauteur constante dans une direction orthogonale à ladite surface extérieure rayonnante (158), et en ce que cette hauteur est adaptée pour placer la première et de la seconde bandes passantes étroites au sein de ladite au moins une bande non passante du matériau BIP.

30 3. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein d'une même bande non passante du matériau BIP (156).

4. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que le matériau BIP (172) présente une première et une seconde bandes non passantes disjointes et espacées l'une de l'autre, et en ce que la hauteur de la cavité est adaptée pour placer la première et la seconde bandes passantes étroites au sein respectivement de la première et de la seconde bandes non passantes du matériau BIP (172).

5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que ladite première bande passante étroite est sensiblement centrée sur une fréquence fondamentale, tandis que ladite seconde bande passante étroite est sensiblement centrée sur un multiple entier de cette fréquence fondamentale.

6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la cavité présente une famille de fréquences de résonance formée par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance de la cavité et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance de la famille, et en ce que la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à une fréquence de la même famille.

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la cavité présente au moins deux familles de fréquences de résonance formées chacune par une fréquence fondamentale et ses harmoniques, le mode de résonance et le diagramme de rayonnement de l'antenne étant les mêmes pour chaque fréquence de résonance d'une même famille et différents de ceux des autres familles de fréquences de résonance, et en ce que la première et la seconde fréquences de travail correspondent chacune, dans leur bande passante étroite respective, à des fréquences appartenant à des familles différentes.

8. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le dispositif d'excitation (190) est propre à émettre des ondes électromagnétiques à la première fréquence de travail ayant une polarisation différente des ondes électromagnétiques émises à la seconde fréquence de travail.

9. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le dispositif d'excitation comporte au moins un même élément d'excitation (190) apte à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques simultanément à la première et à la seconde fréquences de travail.

10. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le dispositif d'excitation comporte un premier et un second éléments d'excitation (160, 162) aptes chacun à émettre et/ou à recevoir des ondes électromagnétiques, et en ce que le premier élément d'excitation (160) est apte à travailler à la première fréquence de travail, tandis que le second élément d'excitation (162) est apte à travailler à la seconde fréquence de travail.

11. Antenne selon la revendication 10, caractérisée en ce que chacun des éléments d'excitation est propre à générer, sur ladite surface extérieure, respectivement une première et une seconde taches rayonnantes disjointes l'une de l'autre; chacune de ces taches rayonnantes représentant l'origine d'un faisceau d'ondes électromagnétiques rayonné en émission et/ou en réception par l'antenne.

12. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que la cavité résonante à fuites est de forme parallélépipédique.

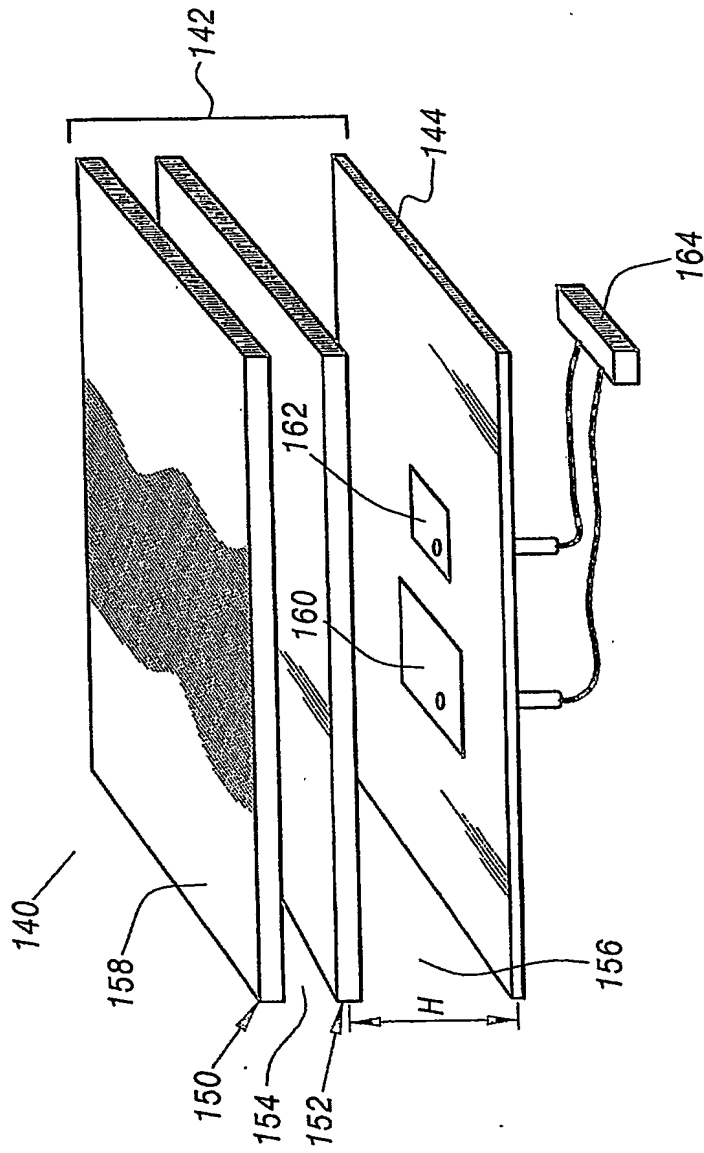
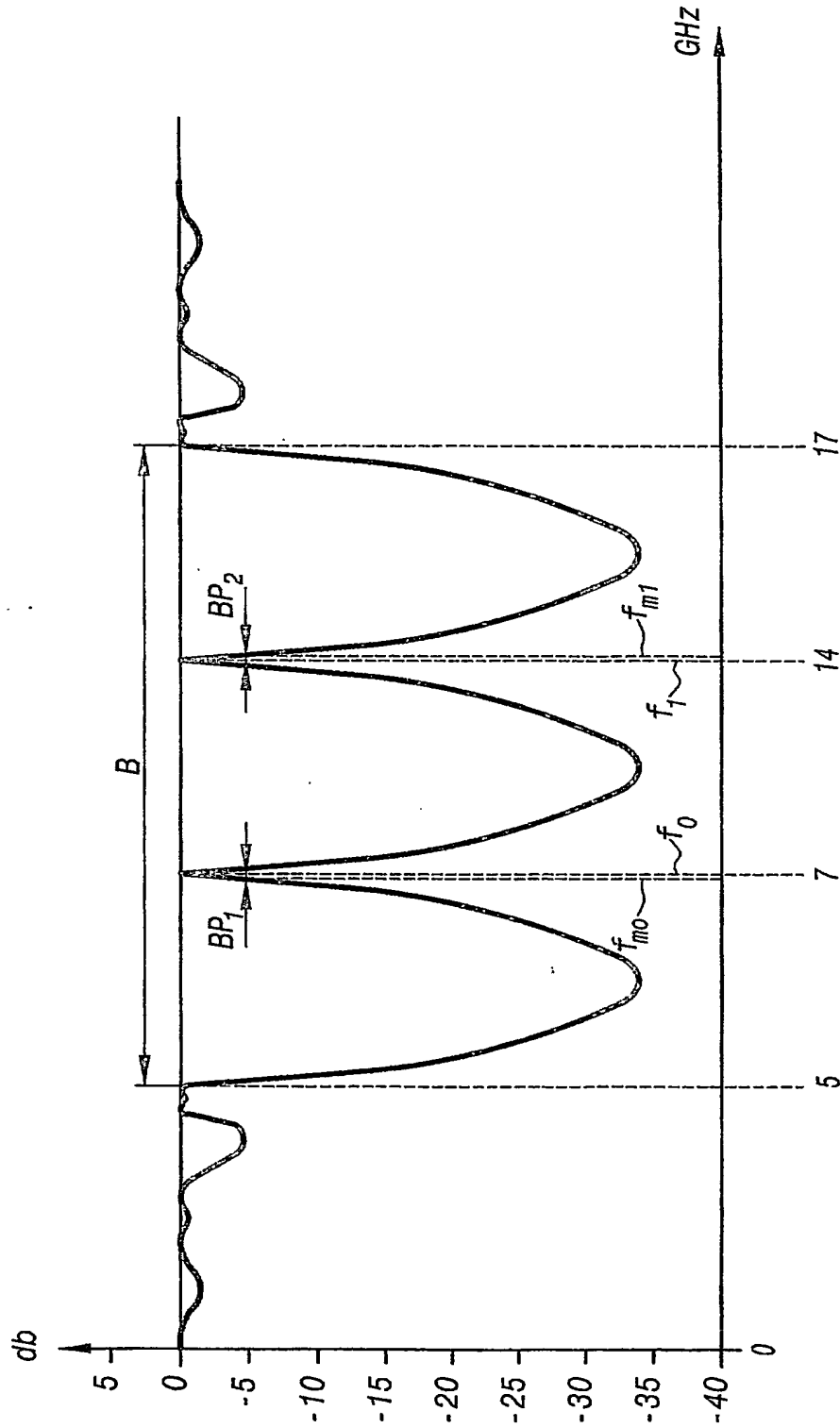


FIG. 1



**FIG.2**

FIG.3A

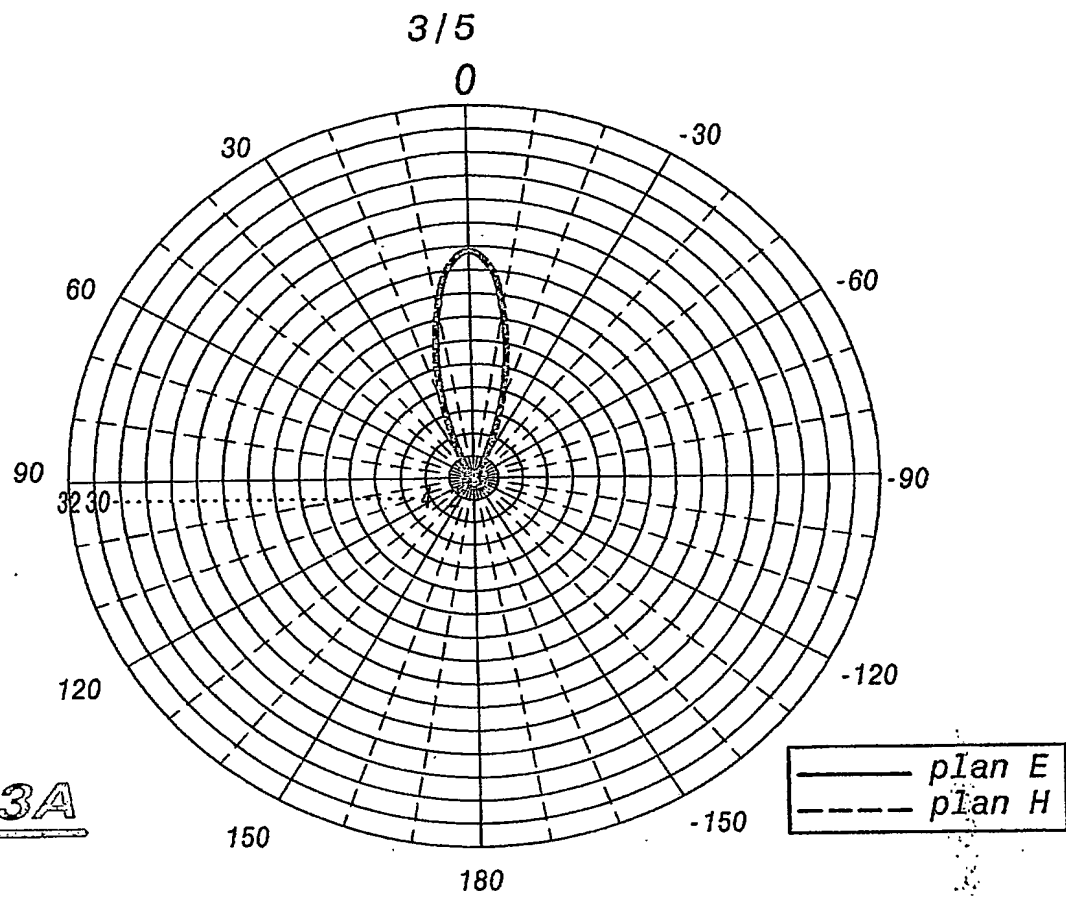
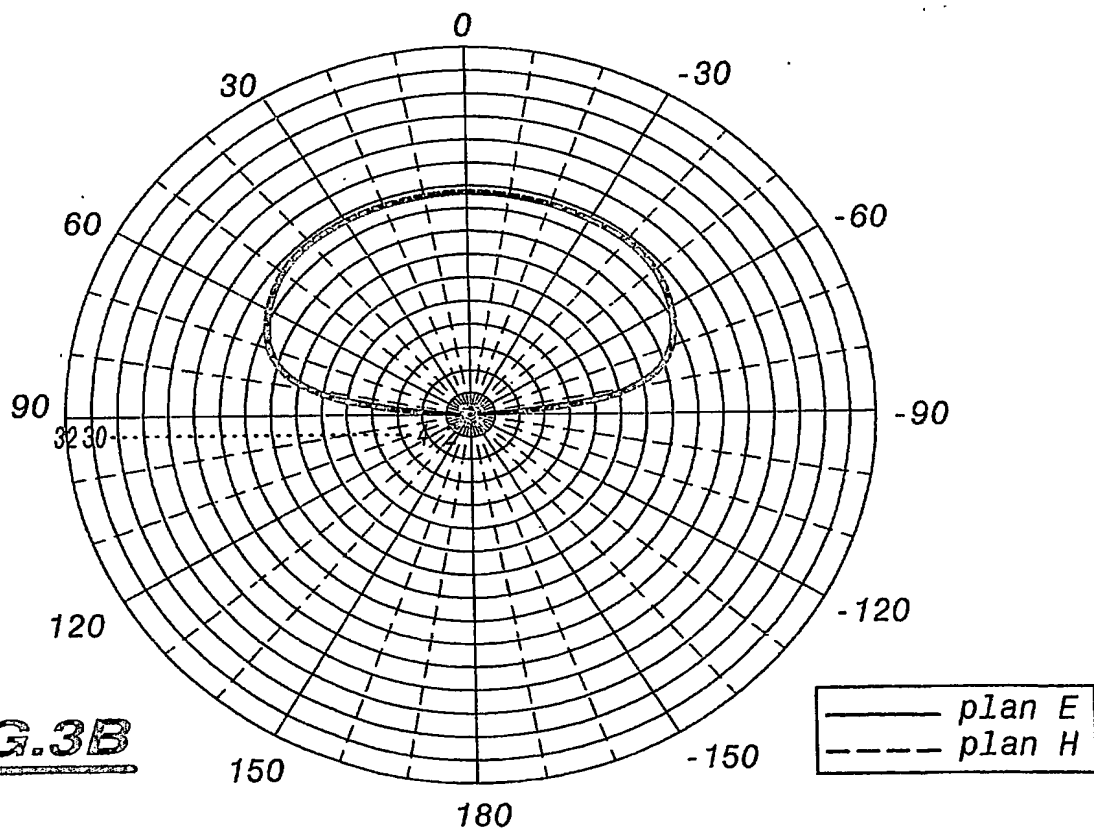
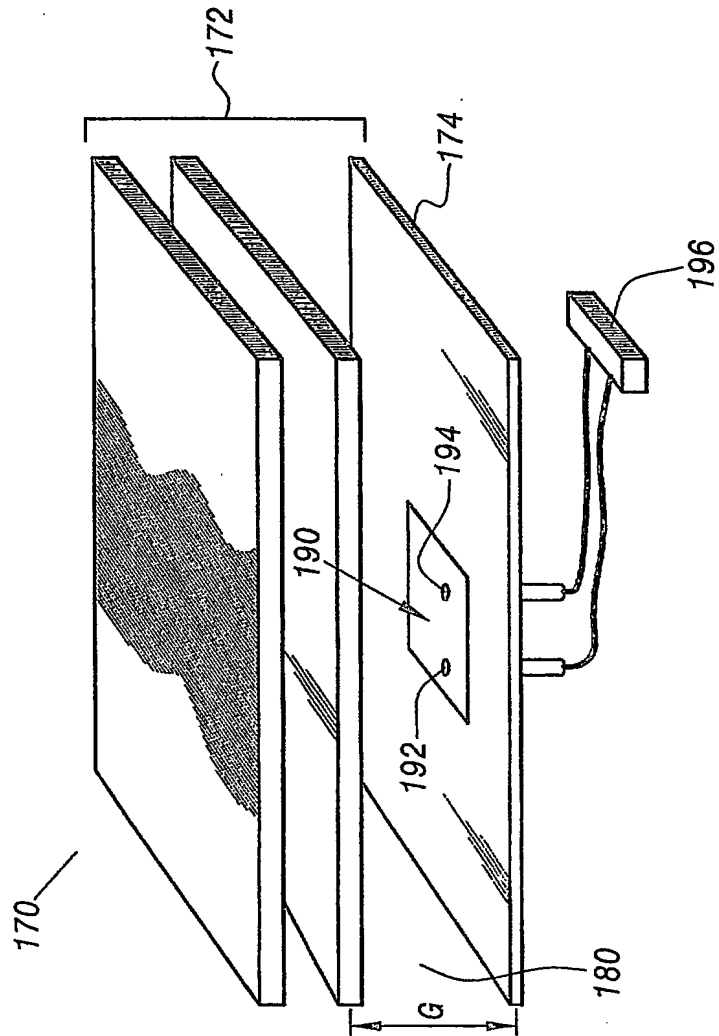
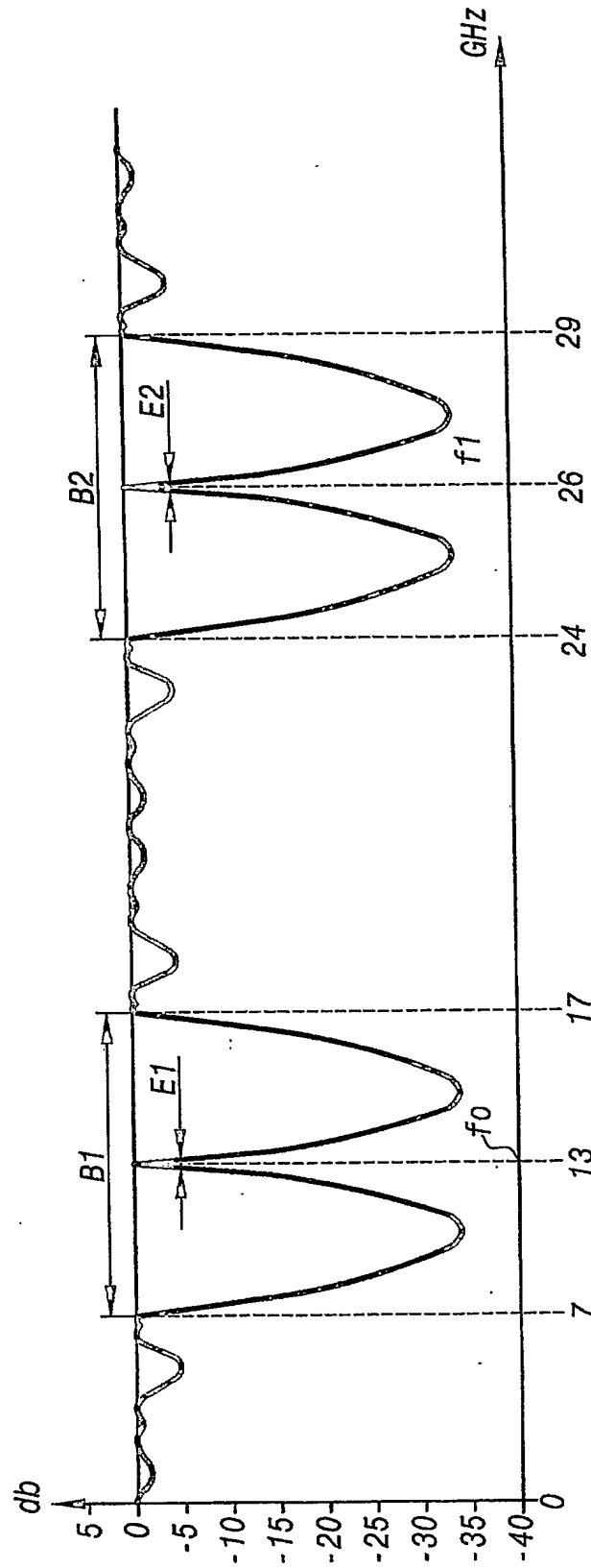


FIG.3B





**FIG. 4**

**FIG. 5**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**